



TITLE:

FLUVIAL INFLUENCE ON ESTUARINE
SEDIMENT TRANSPORT PROCESSES AND
LINKAGE OF ITS OUTFLOW DATA TO
COASTAL MODELING(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Josko, Troselj

CITATION:

Josko, Troselj. FLUVIAL INFLUENCE ON ESTUARINE SEDIMENT TRANSPORT PROCESSES AND LINKAGE OF ITS OUTFLOW DATA TO COASTAL MODELING. 京都大学, 2016, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2016-11-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20062>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により要約は2017-11-24に公開; 許諾条件により本文は2018-10-01に公開

京都大学	博士（工学）	氏名	Josko Troselj
論文題目	FLUVIAL INFLUENCE ON ESTUARINE SEDIMENT TRANSPORT PROCESSES AND LINKAGE OF ITS OUTFLOW DATA TO COASTAL MODELING (河口土砂輸送過程に及ぼす河川の影響と海岸モデルへの河川流出情報の結合)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は沿岸域の物質輸送過程に対する河川流出の影響を理論的に考察するとともに、太平洋沿岸に流れ込む東北から関東にわたる一級河川 9 流域を対象に、河川流量の変動を推定するための分布型水文モデルを構築し、海洋モデルとの連携計算を行ったものである。本論文は以下の 5 章から構成されている。</p> <p>第 1 章は序論であり、海岸・海洋のモデル化に関する河川流出の取り扱いについて既往研究を整理したうえで、本論で取り組む課題を明確にしている。</p> <p>第 2 章は沿岸部の水・土砂輸送過程に関する論文をレビューしている。海水と河川水の混合過程や沿岸部の土砂輸送過程についての既往研究を引用しながら、塩分濃度の分布が浮遊砂濃度の分布に及ぼす影響を議論している。</p> <p>第 3 章は物質輸送過程に対する河川流出及び土砂濃度の鉛直塩分プロファイルの影響を理論的に考察している。Yamashiki et al. (2013)による観測研究の結果は、河口より約 500 m 離れた沿岸部において、河川の約半分の深さで浮遊砂濃度が最大になることを示している。本論はこの観測結果を、鉛直方向の塩分フラックス変化量に着目してその機構解明を試みている。鉛直方向の塩分フラックス変化量を本論文では dQ と定義し、流速と塩分濃度の鉛直プロファイルから dQ の分布を推定している。流速は表層で大きく、塩分濃度は低層で大きくなることから、その両者の積として求まる dQ は中央部で最大となることが示されている。さらに、ナビエーストックス方程式を解く海洋モデルを用いて数値シミュレーションを行い、鉛直プロファイルの中央部で dQ が高くなることを示している。また dQ と浮遊砂濃度との関係について、土砂水理学で用いられる浮遊砂沈降速度の計算式をもとに、両者の関係性を説明している。</p> <p>第 4 章は海岸・海洋モデルの入力情報を推定することを目的として、太平洋に流出する 9 河川を対象にした分布型水文モデルを適用している。ここではセル分布型モデルを用いて、この地域に出水をもたらした二つの台風イベントを対象に、Shuffled Complex Evolution (SCE-UA) 法でモデルパラメータを最適化している。2002 年 7 月の台風 Chataan と 2011 年 9 月の台風 Roke を対象にした流出解析の結果、パラメータ同定時の計算値と観測値の適合度指標である Nash-Sutcliffe (NS) 係数が 0.98 程度と非常によい再現性を示した。また同定したパラメータを用いた検証結果は、全ての河川流量の合計で NS 係数が 0.86 となった。解析の結果は、モデル同定の対象洪水によって得られるパラメータの組み合わせが異なること、その結果、再現性にも多少のばらつきが生じることを示している。なおダムによる治水効果は、観測情報に基づく方法で簡便に表現し、それぞれの流域でも妥当に河川流出を推定できることを示している。このようにして構築された流出モデルを海洋モデル(JCOPE-T)と結合し、太平洋沿岸の塩水濃度が、河川流量を定常と仮定した場合と比べて大きく異なること、特に出水イベント時の沿岸域シミュレーションでは海水面の塩分濃度が両者で大きく異なることを示している。</p> <p>第 5 章は結論であり、本論文で得られた成果について取りまとめている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本研究の成果は以下のようにまとめられる。

(1) 既往研究で報告された河口付近の浮遊砂濃度の鉛直プロファイルの特徴について、特に中央部で浮遊砂濃度がピークになる機構を理論的に考察し、その特徴が塩分フラックスの変化量に関係していることを提唱した。具体的には、鉛直方向の塩分フラックス変化量を dQ と定義し、流速と塩分濃度のプロファイルから dQ の鉛直分布を理論的に推定した。流速は表層で大きく、塩分濃度は低層で大きくなることから、その両者の積として求まる塩分濃度のフラックスは中央部で最大となることを示した。また土砂水理学で用いられる沈降速度理論と浮遊砂濃度との関係性から、 dQ が最大となる場所で浮遊砂濃度が最大になる可能性を示した。

(2) dQ の分布について、河口からの距離と深さの 2 次元断面を対象に、ナビエストークス方程式を解く海洋モデル(MSSG)を適用した数値シミュレーションを行った。その結果、 dQ が深さ方向中心部で最大値を取るためには、河口からの平均流速が 1 m/s 程度の場合であること、それよりも河川からの流速が小さくなるとその傾向が見られないことなどを明らかにした。

(3) 東北地方から関東地方において太平洋に流出する一級河川 9 流域を対象にセル分布型水文モデルを適用して流出解析を行った。Shuffled Complex Evolution (SCE-UA)法でモデルパラメータを最適化した結果、いずれの流域でも洪水時の流出量を高い精度で再現することを示した。二つの台風イベントを対象に洪水解析を行い、一方でパラメータ最適化を、もう一方でその検証を行うというアプローチを本論文では採用した。Nash-Sutcliffe (NS) 係数で計算値と観測値の適合度を評価すると、同定時は NS 係数が 0.95 を上回り、また検証時においてもそれが 0.8 以上の値を示した。9 流域からの総流量の再現性が検証期間でも NS 係数は 0.86 の結果を示しており、太平洋に流出する主要河川の降雨流出量を適切に推定するモデルの構築に成功した。

(4) 構築したモデルを用いて、海洋モデル(JCOPE-T)と結合した結果、表層の塩分濃度がモデル結合前後で大きく異なることが明らかになった。2011 年の台風 Roke の期間を対象にした計算結果では、月平均流量を入力する従来の方法に比べて塩分濃度が小さくなり、特に仙台湾周辺では約 2PSU の低減傾向が見られた。本論では表層の塩分濃度の違いに着目しているが、海洋モデルで計算されるその他の変数にも同様に影響を及ぼすことが想定され、流出モデルと海洋モデルの結合の重要性が示された。

以上のように、本論文は沿岸域の物質輸送過程に対する河川流出の影響を数値シミュレーションと理論的考察によって論じたものである。塩分フラックスの変化量と浮遊砂濃度との関係性については、今後さらなる検証を重ね、沿岸域の物質輸送に関する新たな理論提唱に結びつくことが期待される。また構築した分布型水文モデルは、海岸・海洋モデルと結合することによって、陸域と海洋の相互作用を解明する包括的な数値モデルの基礎を形成するものであって、学術上、実務上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。また、平成 28 年 10 月 22 日に、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第 14 条第 2 項に該当するものと判断し、公表に際しては、(平成 29 年 11 月 23 日までの間)当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。